

**Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des  
Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines  
Mediums in einer Rohrleitung**

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/ oder Massendurchflusses eines Mediums, das eine Rohrleitung in einer Strömungsrichtung durchfließt, mit zumindest zwei Ultraschallsensoren, die in einer definierten Meßposition an der Außenwand der Rohrleitung befestigt sind und die wechselweise Ultraschall-Meßsignale  
10 aussenden und empfangen, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit, die den Volumen- und/oder den Massendurchfluß des Mediums in der Rohrleitung anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung ermittelt.

15 Clamp-On Ultraschall-Durchflußmeßgeräte der zuvor beschriebenen Art, die den Volumendurchfluß mittels der sog. Laufzeitdifferenz-Methode ermitteln, werden vielfach in der Prozeß- und Automatisierungstechnik eingesetzt. Sie erlauben es, den Volumendurchfluß in einem Behältnis, z.B. in einer Rohrleitung, berührungslos zu bestimmen. Hierzu werden die Ultraschall-  
20 Meßsignale unter einem vorgegebenen Winkel in die Rohrleitung, in der sich das Medium befindet, eingestrahlt. Die Meßposition der Ultraschallsensoren an der Rohrleitung ist abhängig von dem Innendurchmesser der Rohrleitung, von der Schallgeschwindigkeit des Mediums, von der Wandstärke der Rohrleitung und von der Schallgeschwindigkeit des Materials der Rohrleitung.  
25 Um eine verlässliche Meßgröße für den Durchfluß bereitstellen zu können, müssen diese Parameter bekannt sein.

Bekannt geworden sind Clamp-On Durchflußmeßgeräte, bei denen die Ultraschallwandler von außen an die Rohrleitung mittels eines Spannver-  
30 schlusses angepreßt werden. Clamp-On Durchflußmeßgeräte sind beispielsweise in der EP 0 686 255 B1, der US-PS 4,484,478 oder der US-PS 4,598,593 beschrieben. Weiterhin ist es bekannt, die Clamp-On Durchfluß-

meßgeräte über Ketten, Klettbänder oder über Schrauben an der Rohrleitung anzubringen. Es versteht sich von selbst, daß die bekannten Methoden zur Positionierung der Ultraschallsensoren ziemlich zeitaufwendig ist.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Clamp-On Durchflußmeßgerät vorzuschlagen, das eine schnelle Montage an bzw. eine Demontage von einer Rohrleitung mit einem weitgehend beliebigen Außendurchmesser erlaubt.

10 Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß die beiden Ultraschallsensoren an einer zangenartigen Klemmeinheit befestigt sind, die derart ausgestaltet ist, daß die Ultraschallsensoren auf die Rohrleitung aufklemmbar sind. Bevorzugt ist die zangenartige Klemmeinheit so ausgestaltet, daß sich die beiden Ultraschallsensoren nach dem Aufkleben auf die Rohrleitung – und zwar weitgehend unabhängig von deren Außendurchmesser - automatisch in der korrekten  
15 Meßposition befinden. Die obere Grenze der Rohrleitung ist lediglich durch die konstruktive Ausgestaltung und insbesondere durch den möglichen Öffnungswinkel der zangenartigen Klemmeinheit vorgegeben.

20 Eine vorteilhafte Weiterbildung der erfindungsgemäßen Vorrichtung schlägt vor, daß die Klemmeinheit derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschallsensoren in der Meßposition in einer Zwei- oder Mehr-Traversenanordnung auf einer zur Längsachse der Rohrleitung im wesentlichen parallelen Mantellinie angeordnet sind. Alternativ ist vorgesehen, daß die Klemmeinheit derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschallsensoren in der Meßposition auf  
25 entgegengesetzten Seiten der Rohrleitung in einer Ein-Traversenanordnung oder in einer mehrfachen Ein-Traversenanordnung angeordnet sind.

Als besonders einfach wird die Ausgestaltung angesehen, daß die zangenartige Klemmeinheit eine erste Teileinheit und eine zweite Teileinheit  
30 umfaßt. Insbesondere besteht die erste Teileinheit aus zwei Hebelarmen, die in ihrem mittleren Bereich über eine Schwenkverbindung miteinander gekoppelt sind. Bevorzugt ist ein erster Drehgeber an der Schwenkverbindung

vorgesehen. Dieser Drehgeber dient der Erfassung der Winkelstellung zwischen den beiden Hebelarmen. Anhand der von dem Drehgeber gelieferten Meßwerte ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit den Außendurchmesser der Rohrleitung.

5

Die zweite Teileinheit setzt sich bevorzugt aus folgenden Komponenten zusammen:

- zwei V-förmig angeordnete Führungsschienen, die in ihren verbundenen Endbereichen über eine Schwenkverbindung miteinander gekoppelt sind;
- 10 - zwei festklemmbare Schwenkverbindungen, die in den freien Endbereichen der Führungsschienen und in den Endbereichen einer Querstange vorgesehen sind;
- zwei Verbindungsstücke, die starr an den Schwenkverbindungen montiert sind und an denen die Ultraschallsensoren befestigt sind;
- 15 - die Querstange, die starr mit dem ersten Hebelarm der ersten Teileinheit verbunden ist;
- eine Halterung, die mit dem zweiten Hebelarm der ersten Teileinheit in Verbindung steht.

20 Wie bereits an vorhergehender Stelle erwähnt, ist es bei Clamp-On Durchflußmeßgeräten wichtig, die Wandstärke der Rohrleitung für die Berechnung der Laufzeiten der Ultraschall-Meßsignale zu berücksichtigen. Die Wandstärke der Rohrleitung ist entweder bekannt, oder sie läßt sich mittels Ultraschall über einen Ultraschallsensor ermitteln. Daher ist gemäß  
25 einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung eine Kompensationseinheit vorgesehen, über die sich quasi automatisch die Wandstärke der Rohrleitung kompensieren läßt. Hierzu ist der Kompensationseinheit ein zweiter Drehgeber und ein Längensensor zugeordnet. Der Drehgeber und der Längensensor übermitteln ihre Meßdaten an die Regel-  
30 /Auswerteeinheit.

Die Erfindung wird anhand der nachfolgenden Figuren näher erläutert. Es zeigt:

5 Fig. 1: eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts;

Fig. 2: einen Querschnitt der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform;

10 Fig. 3: eine zweite Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts im Querschnitt;

Fig. 4: eine Draufsicht auf die in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform;

15 Fig. 5: ein Blockschaltbild zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts.;

Fig. 6: eine schematische Darstellung des Schallpfads eines Ultraschall-Meßsignals;

20 Fig. 7: eine schematische Darstellung zur Ermittlung der Höhenverstellung des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts bei einer zu kompensierenden Wandstärke  $d$ ;

25 Fig. 8: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung Im Falle der Kompensation einer dünnen Rohrwand  $d_1$ ;

Fig. 9: eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung im Falle der Kompensation einer dicken Rohrwand  $d_2$ ;

30 Fig. 10: eine schematische Darstellung der Winkelstellung der Schenkel der zangenartigen Klemmeinheit bei einem stark brechenden Meßmedium.

Fig. 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts 1, das den Volumen- oder Massendurchfluß des Mediums 3 durch die Rohrleitung 2 bestimmt und/oder überwacht. In Fig. 2 ist ein Querschnitt der in Fig. 1 gezeigten Ausführungsform zu sehen. Das Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 arbeitet nach dem Laufzeitdifferenz-Prinzip: Die Differenz der Laufzeiten von Ultraschall-Meßsignalen, die ein in der Rohrleitung 2 strömendes Medium 3 in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung queren, ist proportional zur Strömungsgeschwindigkeit des Mediums 3. Bei bekanntem Innendurchmesser der Rohrleitung 2 läßt sich der Volumendurchfluß bestimmen. Ist weiterhin die Dichte des strömenden Mediums 3 bekannt, so läßt sich der Massendurchfluß durch die Rohrleitung 2 ermitteln.

Im gezeigten Fall werden die Ultraschall-Meßsignalen von den beiden Ultraschallsensoren 16, 17 abwechselnd ausgesendet und empfangen. Die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 sind in der Meßposition – wenn also ein maximaler Anteil der von einem ersten Ultraschallsensor 16, 17 ausgesendeten Meßsignale in dem zweiten Ultraschallsensor 17; 16 empfangen wird - auf einer zur Längsachse parallel verlaufenden Mantellinie der Rohrleitung 2 positioniert. Die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 befinden sich in einer sog. Zweitraversenanordnung. Die Ermittlung der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale und die Bestimmung des Volumen- oder Massendurchflusses erfolgt in der Regel-/Auswerteeinheit 22.

Das erfindungsgemäße Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 läßt sich über einen konstruktiv sehr einfachen Mechanismus an der Rohrleitung 2 in der korrekten Meßposition anbringen. Insbesondere läßt sich der Mechanismus problemlos an weitgehend beliebige Außendurchmesser der Rohrleitung 2 adaptieren. Voraussetzung hierfür ist in erster Näherung lediglich, daß die Schallgeschwindigkeit bzw. der Brechungsindex des Mediums 3 bekannt ist. Bevorzugt ist der Mechanismus so ausgestaltet, daß sich die korrekte Meßposition bei

unterschiedlichen Außendurchmessern der Rohrleitung 2 automatisch einstellt. Im gezeigten Fall ist der Mechanismus so ausgestaltet, daß die Klemmwirkung über die beiden Ultraschallsensoren 16, 17, die Halterung 19 und die Druckfeder 8, die zwischen den beiden Hebelarmen 4, 5 angeordnet ist, erzeugt wird. Selbstverständlich ist es auch möglich, das erfindungs-  
5 gemäßige Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 so auszugestalten, daß die Ultraschallsensoren 16, 17 in der Meßposition in gegenüberliegenden Bereichen der Rohrleitung 2 in einer sog. Eintraversenanordnung montiert sind. Eine andere Anordnungsvariante stellt die sog. doppelte oder mehrfache  
10 Eintraversenanordnung dar.

Betrachten wir Fig. 1 etwas näher. Wie bereits gesagt, ist eine wesentliche Komponente des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts 1 die zangenartige Klemmeinheit 4, über die sich die Ultraschallsensoren 16, 17 in einfacher Art  
15 und Weise an der Rohrleitung 3 befestigen lassen. Die Klemmeinheit 4 besteht aus einer ersten Teileinheit 28 und aus einer zweiten Teileinheit 29. Die erste Teileinheit 28 weist zwei in einer Ebene angeordnete Hebelarme 5, 6 auf, die über die Schwenkverbindung 7 beweglich zueinander gelagert sind. Der Aufbau der ersten Teileinheit 28 der Klemmeinheit 4 entspricht dem  
20 Aufbau einer Schere oder Zange; die zweite Teileinheit 29 entspricht im wesentlichen den Griffteilen einer Zange.

Die zweite Teileinheit 29 setzt sich im gezeigten Fall aus folgenden Komponenten zusammen: zwei V-förmig angeordneten Führungsschienen 10, 11,  
25 die in ihren verbundenen Endbereichen über die Schwenkverbindung 9 miteinander gekoppelt sind, zwei Schwenkverbindungen 20, 23; 21, 24, die in den 'freien' Endbereichen der Führungsschienen 10, 11 vorgesehen sind, zwei Verbindungsstücke 14, 15, an denen die Ultraschallsensoren 16, 17 befestigt sind, die Querstange 12, und die Halterung 19. Die Schwenkver-  
30 bindungen 20, 23; 21, 24 sind über jeweils zwei schwenkbar und festklemmbar angeordnete Rohrstücke realisiert. Jeweils ein Rohrstück 23, 24 ist in einem Endbereich einer jeden Führungsschiene 10, 11 befestigt. Diese

Rohrstücke 23, 24 sind schwenkbar und arretierbar mit den Rohrstücken 20, 21 verbunden, die an der Querstange 12 beweglich angeordnet sind. Die Rohrstücke 20, 23; 21, 24 lassen sich in unterschiedlichen Winkelstellungen zueinander arretieren. Zwecks korrekter Positionierung der beiden Ultraschall-

5 sensoren 16, 17 zueinander wird der Winkel  $\alpha$  zwischen den beiden Führungsschienen 10, 11 in Abhängigkeit von dem in der Rohrleitung 2 strömenden Medium 3 und von dem vorgegebenen Innendurchmesser der Rohrleitung 3 so eingestellt, daß die Ultraschall-Meßsignale, die von einem Ultraschallsensor 16; 17 ausgesendet werden, im jeweils anderen Ultraschall-

10 sensor 17; 16 empfangen werden.

Zur Erkennung des Winkels  $\beta$  ist im Bereich der Schwenkverbindung 7, über die die beiden Führungsschienen 10, 11 miteinander verbunden sind, ein Drehgeber 25 vorgesehen. Anhand der vom Drehgeber geliefert Daten

15 ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 22 den Außendurchmesser  $D_a$  der Rohrleitung. Der entsprechende Sachverhalt ist in Fig. 6 skizziert. Durch den Öffnungswinkel  $\beta$  und die feste Länge der Schenkel der zangenartigen Klemmeinheit 4 kann diese Erfassung in eindeutiger Weise erfolgen. Mit der Kenntnis des Durchmessers  $D_a$  und der Wandstärke  $d$  der Rohrleitung 2 läßt

20 sich der Innendurchmesser  $D_i$  und somit die innere Fläche der Rohrleitung 2 berechnen. Es ist nach einer vorteilhaften Ausgestaltung der erfindungsgemäßen Vorrichtung darüber hinaus vorgesehen, daß die Ultraschall-sensoren so ausgebildet sind, daß sie, z.B. in einem Gehäuse angeordnet, sowohl die Wandstärkemessung  $d$  (durch Messung der Schallgeschwindigkeit

25 auf dem senkrechten Schallweg) und die Durchflußmessung (durch Messung der Schallgeschwindigkeit auf dem schrägen Schallpfad) durchführen können. Konkret läßt sich diese Ausgestaltung über zwei Piezoelemente realisieren, die über unterschiedliche Winkeln in die Rohrleitung 2 einstrahlen.

30 Die Ermittlung der für die Durchflußmessung relevanten Größen erfolgt also nahezu automatisch: Der Bediener braucht in dieser zuletzt genannten

bevorzugten Ausgestaltung also keine zusätzliche Information über die Geometrie der Rohrleitung 2 einzugeben. Es genügt in dieser Ausgestaltung, wenn der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über das Material zur Verfügung gestellt wird, aus dem die Rohrwand gefertigt ist. Die Info über die entsprechende Schallgeschwindigkeit  $c_R$  ist dann beispielsweise in einer Tabelle in der Regel-/Auswerteeinheit 22 hinterlegt. Somit läßt sich die Wandstärke  $d$  der Rohrleitung 2 aus der gemessenen Laufzeit  $T$  zwischen zwei Echosignalen, die an gegenüberliegenden Bereichen der Rohrwand reflektiert werden, und der Schallgeschwindigkeit  $c_R$  nach der folgenden Formel berechnen:

$$d = c_R * T / 2$$

Mit der Kenntnis des Außendurchmessers  $D_a$  der Rohrleitung 2, des Innendurchmessers  $D_i$  der Rohrleitung 2 und der Wandstärke  $d$  der Rohrleitung 2 ist es nachfolgend möglich, anhand der Laufzeit eines Echosignals  $T_M$ , das wiederum an der dem Ultraschallsensor gegenüberliegenden Rohrwand reflektiert wird, analog zur Bestimmung der Wandstärke  $d$  auf die Schallgeschwindigkeit des Mediums  $c_M$  zurückzuschließen. Die entsprechende Formel lautet:

$$c_M = \frac{d_i}{T_M / 2}$$

Somit läßt sich der Winkel  $\alpha$  nach folgender Formel bestimmen:

$$\alpha = 2 * a \sin \left( \frac{c_M}{c_K} * \sin \alpha_K \right)$$



Hierbei ist

$\alpha_K$ : der Winkel, unter dem das Ultraschallsignal im Ultraschallsensor zum Lot, auf die Austrittsfläche sendet, wobei dieser Winkel üblicherweise vom Hersteller mitgeteilt wird.

- 5  $c_K$ : die Schallgeschwindigkeit des Vorlaufkörpers 33 des Ultraschallsensors 16; 17; auch diese ist aus den Herstellerdaten bekannt.

Erfindungsgemäß stellt sich der Abstand der Ultraschallsensoren 16, 17 entlang der Mantellinie 32 der Rohrleitung 2 automatisch in Abhängigkeit von dem Außendurchmesser  $D_a$  der Rohrleitung 2 ein, sobald das Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 an der Rohrleitung 2 festgeklemmt ist. Hierzu sind die Rohrstücke 23, 24, die an den Führungsschienen 10, 11 befestigt sind, unter dem Winkel  $\alpha$  starr mit den Rohrstücken 20, 21, die auf der Querstange 12 bewegbar angeordnet sind, verbunden. Der Winkel  $\alpha$  der beiden Führungsschienen 10, 11 zu der Querstange 12 ist so eingestellt, daß die korrekte Meßposition der Ultraschallsensoren 16, 17 in Abhängigkeit von einem vorgegebenen Außendurchmesser der Rohrleitung 2 und in Abhängigkeit von der Schallgeschwindigkeit des in der Rohrleitung 2 strömenden Mediums 3 erreicht ist. Mit den beiden auf der Querstange 12 beweglich angeordneten Rohrstücken 20, 21 sind die Verbindungsstücke 14, 15, die die Ultraschallsensoren 16, 17 tragen, starr verbunden. Dieser Sachverhalt läßt sich anhand eines Vergleichs der in den beiden Figuren Fig. 9 und Fig. 10 dargestellten Klemmvorrichtung deutlich erkennen.

25 Die Querstange 12 ist in ihrem mittleren Bereich starr mit dem Endbereich des Hebelarms 5 verbunden. Über die Verbindung der Rohrstücke 20, 21 mit den Verbindungsstücken 14, 15 und den Ultraschallsensoren 16, 17 wird erreicht, daß eine Änderung der Winkelstellung der beiden Führungsschienen 10, 11 in eine translatorische Bewegung der Verbindungsstücke 14, 15 und der damit fest verbundenen Ultraschallsensoren 17, 18 relativ zu der Querstange 12 umgesetzt wird. Ist der Außendurchmesser  $D_a$  der Rohrleitung 3 kleiner als in

30

der Fig. 1 gezeigt, so werden die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 beim Aufklemmen der Klemmeinheit 4 auf die Rohrleitung 2 automatisch näher zueinander positioniert. Ist der Außendurchmesser  $D_a$  größer, so werden die beiden Ultraschallsensoren 16, 17 automatisch weiter auseinander gefahren.

5 Ist der Innendurchmesser der Rohrleitung 2 und der Brechungsindex des Mediums 3 bekannt, so läßt sich das erfindungsgemäße Clamp-On Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 an Rohrleitungen 2 mit beliebigen Durchmessern in kürzester Zeit in die korrekte Meßposition bringen. Der mögliche Durchmesser ist lediglich durch die Konstruktionsmaße der erfindungsgemäßen  
10 Vorrichtung begrenzt.

Die Klemmeinheit 4 wird in der Meßposition an der Rohrleitung 2 über die von der Druckfeder 8 ausgeübte Rückstellkraft fixiert. Die Druckfeder 8 ist im Bereich der beiden freien Endbereiche der beiden Hebelarme 5, 6  
15 angeordnet.

Zwecks Berechnung der korrekten Laufzeit der Ultraschall-Meßsignale ist es erforderlich, die Wandstärke  $d$  der Rohrleitung 2 zu berücksichtigen. Die Kompensation der Wandstärke der Rohrleitung 2 erfolgt bei der in Fig. 1  
20 gezeigten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung über eine Höhenverstellung der Halterung 19 und damit über eine Höhenverstellung der beiden im Winkel  $\alpha$  angeordneten Führungsschienen 10, 11. Hierzu ist im Bereich der Schwenkverbindung 9 vorzugsweise ein Längensensor 27 vorgesehen. Ist die Brechung in der Rohrwand z.B. über die Schallgeschwindigkeit  
25  $c_R$  und Dicke  $d$  der Rohrwand bekannt, so kann die zu kompensierende Höhe  $H$  nach folgender Formel erreicht werden:

$$H = H' + d$$

30 Der entsprechende Sachverhalt ist in Fig. 6 skizziert. Die zu kompensierende Höhe  $H$  kann mit einem Linearantrieb automatisch und/oder mit einem Längensensor (Widerstandssensor) oder einer Meßskala manuell eingestellt

werden. Für eine manuelle Einstellung wird noch eine Feststellschraube oder Arretierung an der korrekten Position benötigt. Ein Vergleich der beiden Figuren Fig. 8 und Fig. 9 zeigt die zu kompensierende Höhe  $H$  bei zwei unterschiedlichen Wandstärken  $d_1$ ,  $d_2$ .

5

Fig. 3 zeigt eine zweite Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Ultraschall-Durchflußmeßgeräts 1 im Querschnitt; Fig. 4 zeigt die Ausgestaltung in Seitenansicht. Der wesentliche Unterschied zu dem in den Figuren Fig. 1 und Fig. 2 dargestellten Ultraschall-Durchflußmeßgerät 1 besteht bei dieser Ausgestaltung darin, daß ein dritter zusätzlicher Ultraschallsensor 30 im Bereich der Halterung 19 angeordnet.

10

Fig. 5 zeigt ein Blockschaltbild zur Ansteuerung des erfindungsgemäßen Durchflußmeßgeräts 1. Die Regel-/Auswerteeinheit 22 triggert die Aus- sendung der Ultraschall-Meßsignale der Ultraschallsensoren 16, 17 und mißt die Zeit, bis die Ultraschall-Meßsignale im jeweils anderen Ultraschallsensor 17; 16 empfangen werden. Anhand der Differenz der Laufzeiten der Ultraschall-Meßsignale in Strömungsrichtung und entgegen der Strömungsrichtung ermittelt die Regel-/Auswerteeinheit 22 den Volumen- und/oder Massendurchfluß des Mediums 3 durch die Rohrleitung 2.

15

20

Zusätzlich erhält die Regel-/Auswerteeinheit 22 von dem Drehgeber 26 die Information über den Winkel  $\alpha$  zwischen den beiden Führungsschienen 10, 11. Weiterhin wird der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über die Höhenstellung der Kompensationseinheit für die Wandstärke  $d$  der Rohrleitung 2 von dem Längensensor 27 zur Verfügung gestellt. Weiterhin wird der Regel-/Auswerteeinheit 22 die Information über den Durchmesser  $D_a$  der Rohrleitung 2 über den Winkel  $\beta$  und den Drehgeber 25 zur Verfügung gestellt.

25

**Bezugszeichenliste**

	1	Ultraschall-Durchflußmeßgerät
5	2	Rohrleitung
	3	Medium
	4	Klemmeinheit
	5	Erster Hebelarm
	6	Zweiter Hebelarm
10	7	Erste Schwenkverbindung
	8	Druckfeder
	9	Zweite Schwenkverbindung
	10	Erste Führungsschiene
	11	Zweite Führungsschiene
15	12	Querstange
	13	Halteelement
	14	Verbindungsstück
	15	Verbindungsstück
	16	Ultraschallsensor
20	17	Ultraschallsensor
	18	Rohrstück
	19	Halterung
	20	Rohrstück
	21	Rohrstück
25	22	Regel-/Auswerteeinheit
	23	Rohrstück
	24	Rohrstück
	25	Drehgeber
	26	Drehgeber
30	27	Längensensor
	28	Erster Teilelement
	29	Zweites Teilelement

- 30    Ultraschallsensor
- 31    Längsachse
- 32    Mantellinie
- 33    Vorlaufkörper
- 5    34    Ultraschallsensor

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Bestimmung und/oder Überwachung des Volumen- und/oder Massendurchflusses eines Mediums (3), das eine Rohrleitung (2) in einer Strömungsrichtung (S) durchfließt, mit zumindest zwei Ultraschallsensoren (16, 17), die in einer definierten Meßposition an der Außenwand der Rohrleitung (2) befestigt sind und die wechselweise Ultraschall-Meßsignale aussenden und empfangen, und mit einer Regel-/Auswerteeinheit (22), die den Volumen- und/oder den Massendurchfluß des Mediums (3) in der Rohrleitung(2) anhand der Laufzeitdifferenz der Ultraschall-Meßsignale in Strömungsrichtung (S) und entgegen der Strömungsrichtung (S) ermittelt, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) an einer zangenartigen Klemmeinheit (4) befestigt sind, die derart ausgestaltet ist, daß die Ultraschallsensoren (16, 17) durch Aufkleben auf die Rohrleitung (2) in der Meßposition anbringbar sind.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die zangenartige Klemmeinheit (4) so ausgestaltet ist, daß sich die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) nach dem Aufkleben auf die Rohrleitung (2), die einen weitgehend beliebigen Außendurchmesser aufweist, automatisch in der Meßposition befinden.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**,  
daß die Klemmeinheit (4) derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) in der Meßposition in einer Zwei- oder Mehr-Traversenanordnung auf einer zur Längsachse (31) der Rohrleitung (2) im wesentlichen parallelen Mantellinie (32) angeordnet sind.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Klemmeinheit (4) derart ausgestaltet ist, daß die beiden Ultraschallsensoren (16, 17) in der Meßposition auf entgegengesetzten Seiten der Rohrleitung (2) in einer Ein-Traversenanordnung oder in einer mehrfachen  
5 Ein-Traversenanordnung angeordnet sind.

5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die Klemmeinheit (4) eine erste Teileinheit (28) und eine zweite Teileinheit (29) umfaßt.  
10

6. Vorrichtung nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die erste Teileinheit (28) aus zwei Hebelarmen (5, 6) besteht, die in ihrem mittleren Bereich über eine Schwenkverbindung (7) miteinander gekoppelt  
15 sind.

7. Vorrichtung nach Anspruch 5,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß die zweite Teileinheit (29) folgende Komponenten aufweist: zwei V-förmig angeordnete Führungsschienen (10, 11), die in ihren verbundenen Endbereichen über die Schwenkverbindung (9) miteinander gekoppelt sind, zwei festklemmbare Schwenkverbindungen (20, 23; 21, 24), die in den freien Endbereichen der Führungsschienen (10, 11) und in den Endbereichen einer  
25 Querstange (12) vorgesehen sind, zwei Verbindungsstücke (14, 15), an denen die Ultraschallsensoren 16, 17 befestigt sind, die Querstange (12), die starr mit dem ersten Hebelarm (5) der zweiten Teileinheit (29) verbunden ist, und eine Halterung (19), die mit dem zweiten Hebelarm (6) der ersten Teileinheit (28) in Verbindung steht.  
30

8. Vorrichtung nach Anspruch 1, 6 oder 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß ein erster Drehgeber (25) vorgesehen ist, der die Winkelstellung zwischen den beiden Hebelarmen (5, 6) bestimmt, wobei die Regel-/Auswerteeinheit (22) anhand der gelieferten Winkelstellung der beiden Hebelarme (5, 6) den Außendurchmesser ( $D_a$ ) der Rohrleitung (2) ermittelt.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 1, 6 oder 7,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß zumindest ein weiterer Ultraschallsensor (34) vorgesehen ist, der die Wandstärke (d) der Rohrleitung (2) bestimmt.

10

10. Vorrichtung nach Anspruch 9,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß eine Kompensationseinheit (18, 19) vorgesehen ist, die die Dicke (d) der Rohrwand der Rohrleitung (2) durch entsprechende Höhenverstellung (H) der zangenartigen Klemmeinheit (4) automatisch kompensiert.

15

11. Vorrichtung nach Anspruch 10,

**dadurch gekennzeichnet,**

daß der Kompensationseinheit (18, 19) ein zweiter Drehgeber (26) und ein Längensensor (27) zugeordnet ist, über die der Einfluß der Rohrwand auf die Laufzeit der Ultraschall-Meßsignale automatisch kompensiert wird.

20



1/6

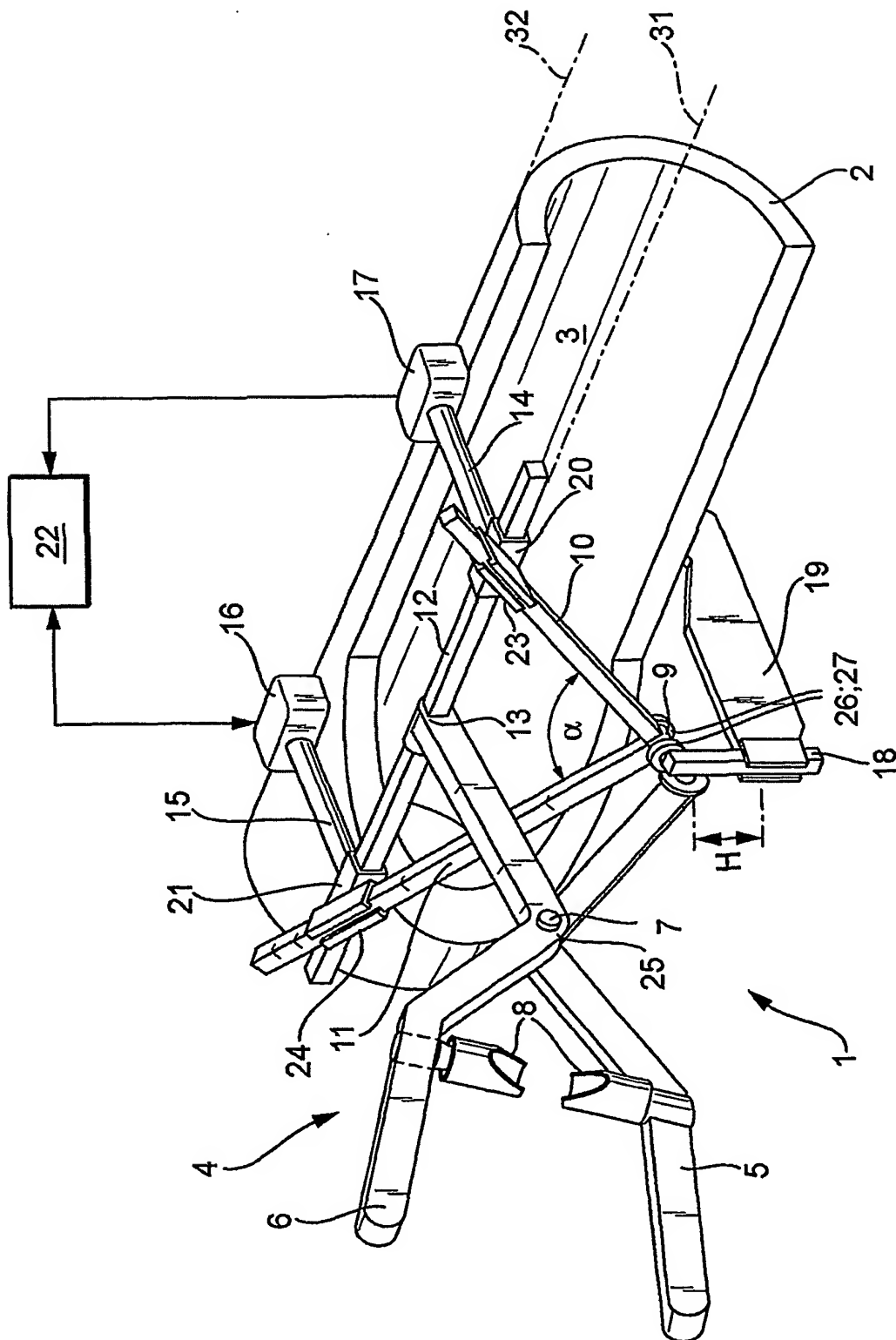
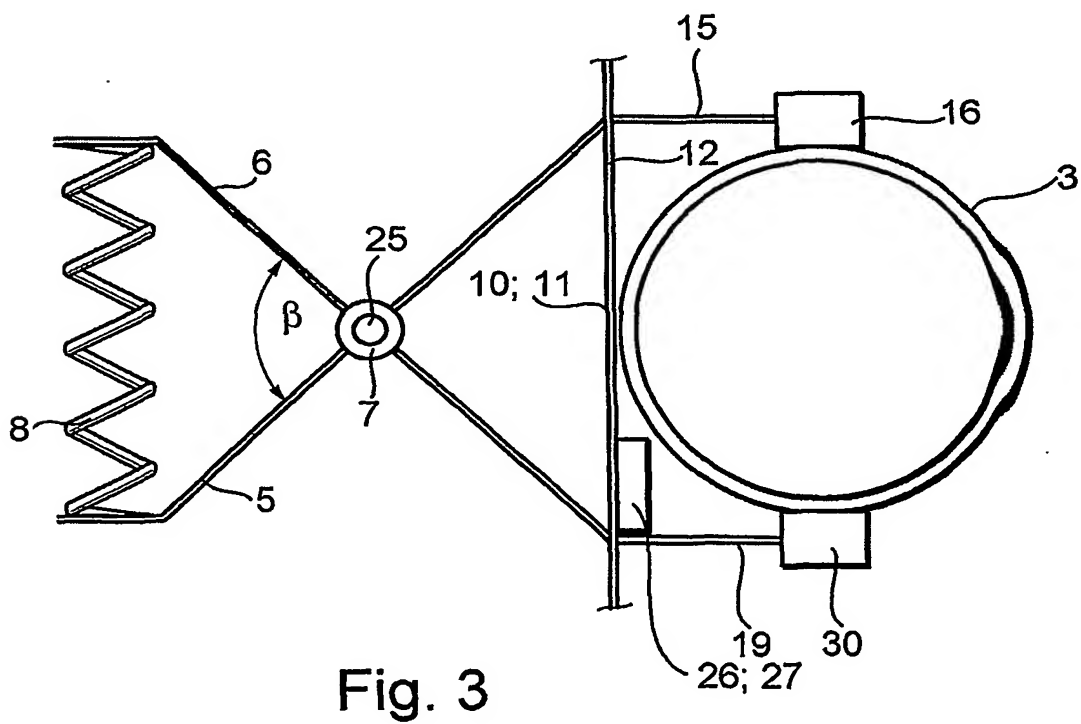
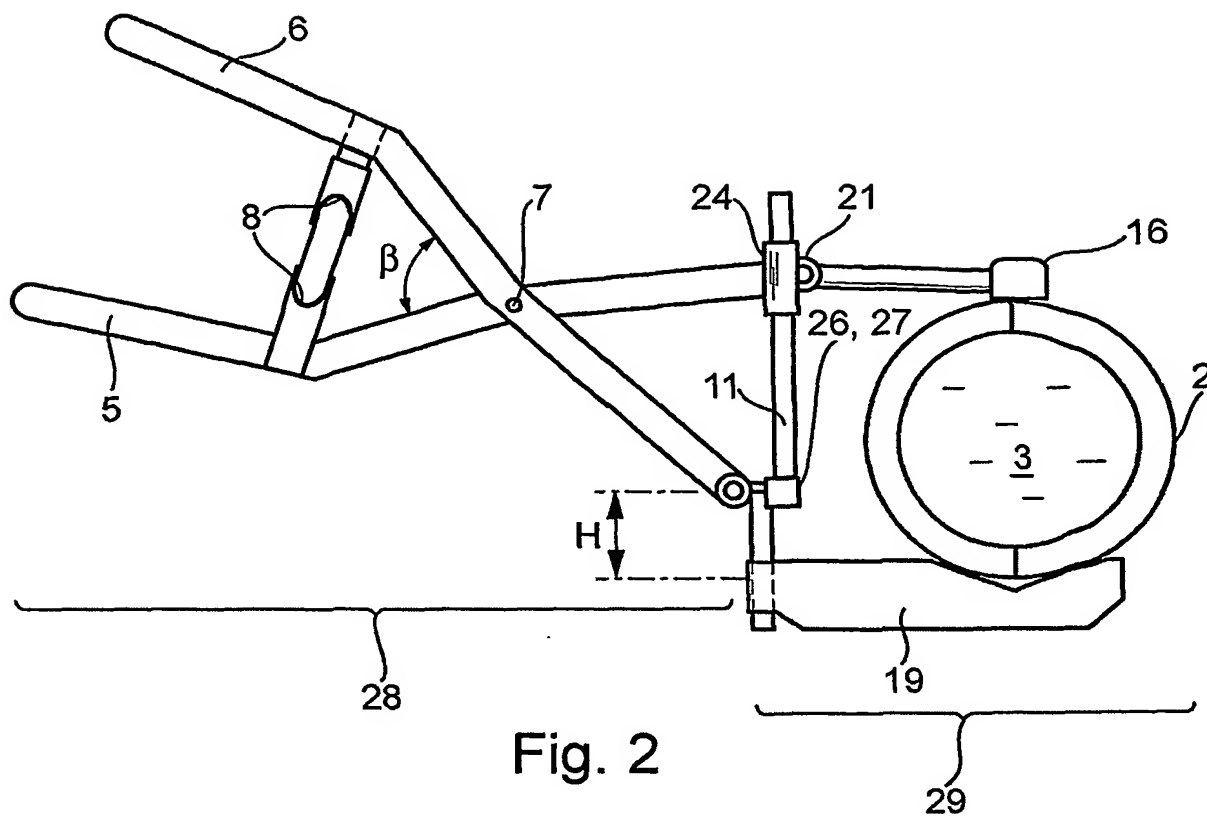


Fig. 1

2/6



3/6

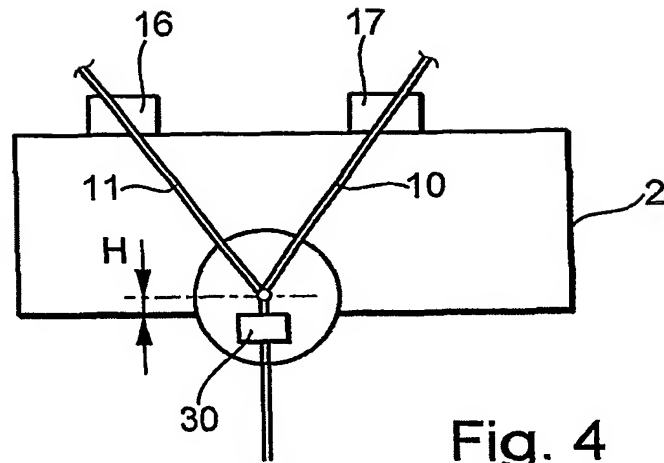


Fig. 4

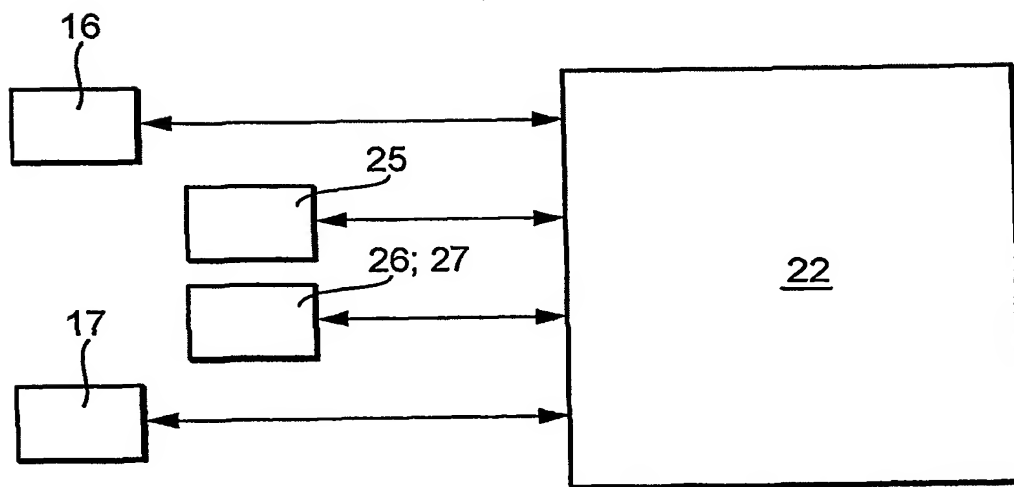


Fig. 5

4/6.

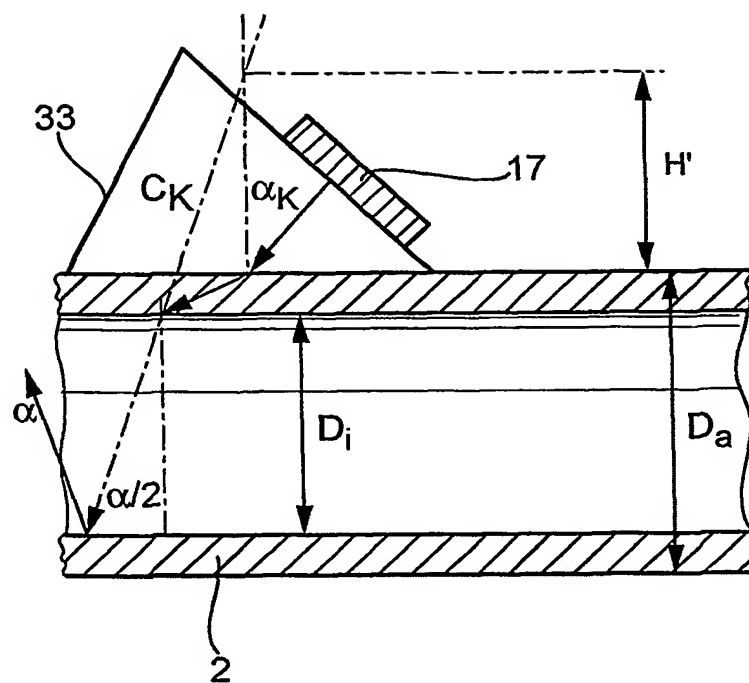


Fig. 6

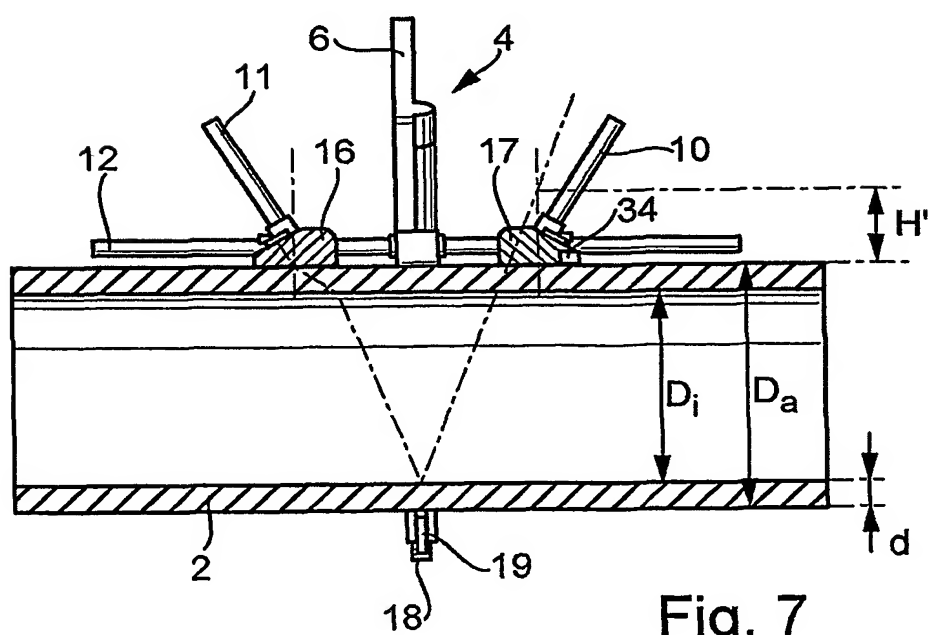


Fig. 7

5/6

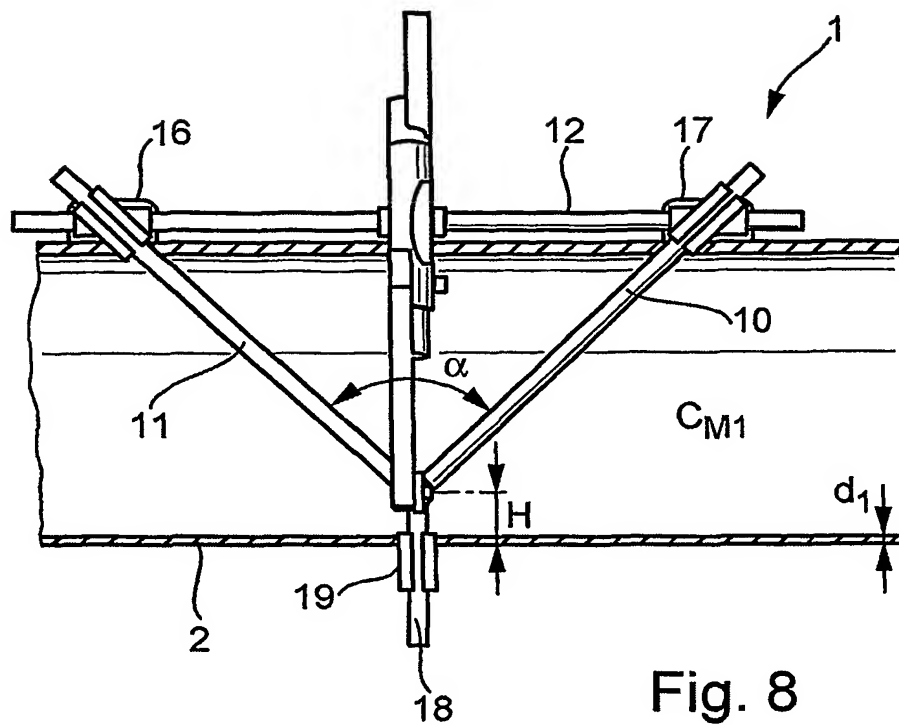


Fig. 8

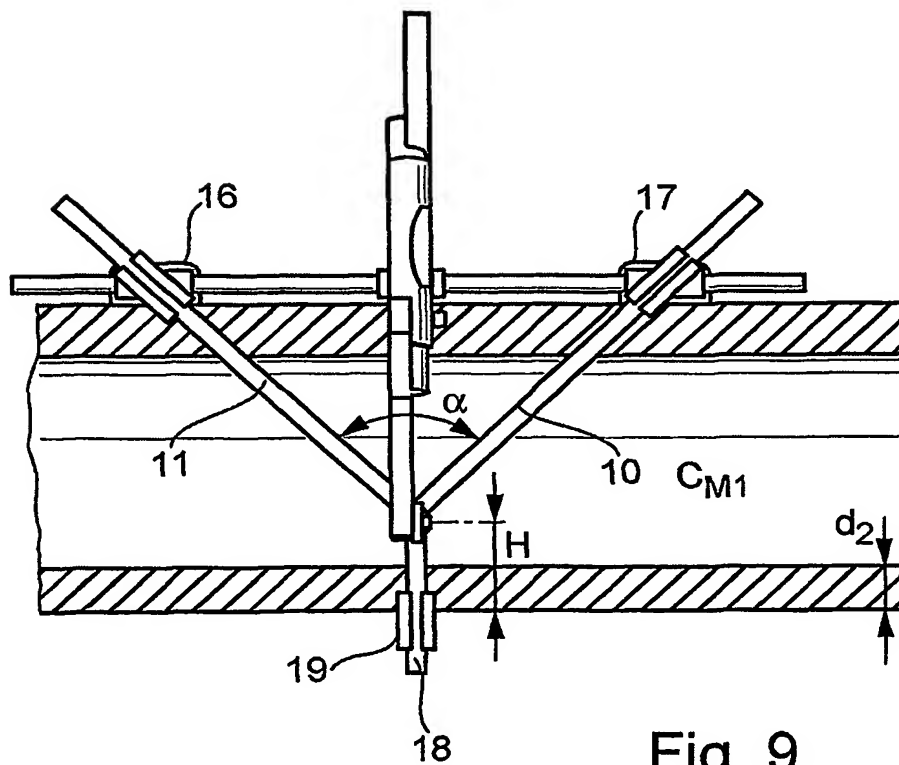


Fig. 9

6/6

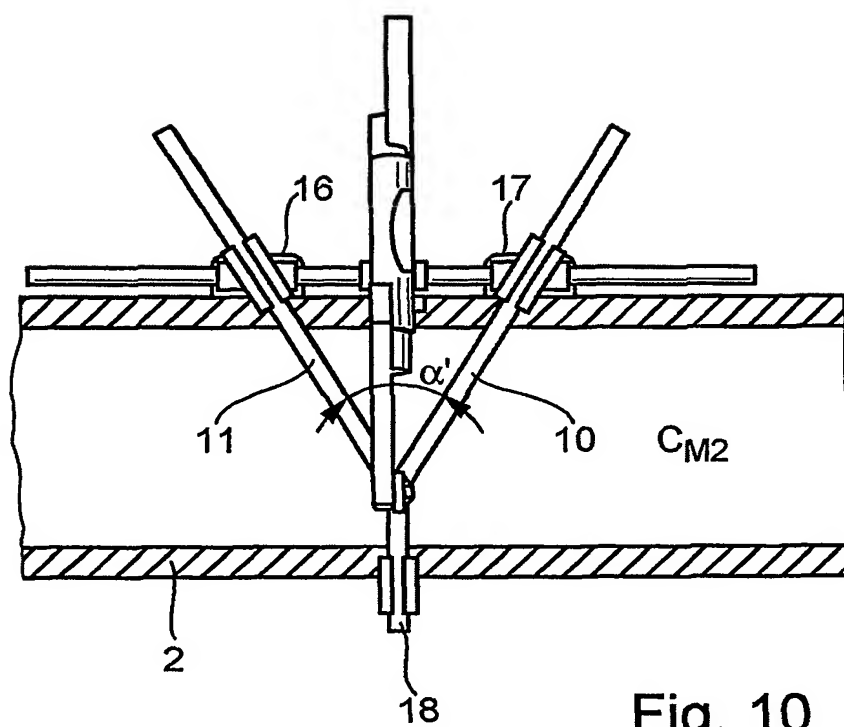


Fig. 10